

5/5/4
01900023
OSCILLATORY GYRO

PUB. NO.: 61-114123 [JP 61114123 A]

PUBLISHED: May 31, 1986 (19860531)

INVENTOR(s): KAWAMURA YOSHIO

SATO-KAZUO

TERASAWA TSUNEO

TANAKA SHINJI

TAKANASHI AKIHIRO

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 59-234929 [JP 84234929]

FILED: November 09, 1984 (19841109)

INTL CLASS: [4] G01C-019/56; G01P-009/04

JAPIO CLASS: 46.1 (INSTRUMENTATION -- Measurement)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA)

JOURNAL: Section: P, Section No. 505, Vol. 10, No. 298, Pg. 54,
October 09, 1986 (19861009)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a small-sized, high-performance gyro by forming a flexible support part which supports a rod member on a substrate and providing a damper which controls the displacement of the rod member, which is caused according to an angular velocity applied to the rod member, to a specific quantity.

CONSTITUTION: An oscillatory beam 11 and the support part 12 which supports it are formed on the same substrates 13 and 22 and adhered and fixed to glass 14 as a reinforcing member at a boundary 15. Metal 12 is vapor-deposited on four flanks of the oscillatory beam 11 independently. The oscillatory beam 11 is oscillated with electrostatic power or damped and driving and detecting electrode parts 16, and 17 for detecting displacement electrostatically are fixed while a specific gap is left before the oscillatory beam 11. Respective control circuits 20 for driving, detection, and damping are integrated at the electrode parts 16 and 17. Thus, the small-sized oscillatory gyro which is hardly affected by disturbance and easily worked and assembled is obtained.

⑪ 公開特許公報(A)

昭61-114123

⑫ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)5月31日

G 01 C 19/56
G 01 P 9/046723-2F
7027-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 振動ジャイロ

⑮ 特 願 昭59-234929

⑯ 出 願 昭59(1984)11月9日

⑰ 発 明 者 河 村 喜 雄 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内⑱ 発 明 者 佐 藤 一 雄 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内⑲ 発 明 者 寺 澤 恒 男 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内⑳ 発 明 者 田 中 伸 司 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 振動ジャイロ

特許請求の範囲

1. 棒状部材とそれを支持する柔軟な構造の支持部を一つの基板上に形成し、該棒状部材を励振させる加振器を具備し、また該棒状部材に加えられた角速度に応じて生じる該棒状部材の変位量を測定する変位検出器を具備し、さらに該棒状部材の変位を所定量に制御するための制振器を具備することを特徴とする振動ジャイロ。

発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、振動ジャイロに関する。

(発明の背景)

従来の振動型ジャイロとしては、文献「V.D. Gates; Vibrating Angular Rate Sensor may Threaten the Gyroscope, Electronics, (11968-6-10), P.130-134」に示されるように、金属製角棒に電圧膜等を接着しリング等により角棒を支持する構造のものがある。この種のジャイロの感度は、

(1)

角棒の形状や支持方法により左右され、高性能なジャイロはその加工組立上の困難度から高価という問題点がある。またジャイロの小型化も加工組立の制約から容易でないという問題点がある。

(発明の目的)

本発明の目的は、振動ジャイロの前述したような問題点を解決し、安価で小型かつ高性能な振動ジャイロを提供することにある。

(発明の概要)

上記目的を達成するために、本発明では、棒状部材とそれを支持する柔軟に構造の支持部を一つの基板上に形成し、棒状部材を励振させる加振器を具備し、また棒状部材に加えられた角速度に応じて生じる棒状部材の変位量を測定する変位検出器を具備し、さらに棒状部材の変位を所定量に制御するための制振器を具備する如く構成したものである。

(発明の実施例)

第1図に振動型ジャイロの原理図を示した。図b、高さhの矩形断面の棒状部材2は間隔2で支

(2)

持部1により支持されている。z方向に速度Vの横振動モードで棒状部材を励振させた状態で、x軸まわりに角速度 ω の入力が生じるとy方向にコリオリの力F。が作用して棒状部材はy方向に変位する。z方向の励振によるz方向のたわみ量を δ_z とし、角速度 ω により生じるy方向のたわみ量を δ_y とすると、

$$\delta_y = CQ \sqrt{\frac{\rho}{E}} \cdot \frac{h \omega^2}{b^3} \cdot \delta_z \cdot \omega$$

なる関係が成立する、ここでEは棒状部材2の縦弾性係数、 ρ は密度、Cは支持部1の支持方法に依存する係数、Qは励振によるたわみ量と励振させない場合の静たわみ量との比に依存する係数である。

なお、振動学によれば、棒の横振動における固有振動数は

$$\frac{C^2}{2\pi \omega^2} \sqrt{\frac{E}{\rho} \cdot \left(\frac{bh^3}{12}\right) \cdot \frac{1}{bh}}$$

で表わされ、棒の両端の支持方法が固定端・自由端の時 $C = 0.6\pi$ 、支持端・支持端の時 $C = \pi$ 、支持端・固定端の時 $C = 1.25\pi$ 、自由端・自由

(3)

せないためには、 ω を小さくした比率の自乗倍以下の比率でbを小さくする必要が生じる。従来最も小型な振動ジャイロとしては、 $\omega = 34 \text{ m}$ 、 $b = 1 \text{ m}$ の金属棒材を用いて検出感度 $0.05^\circ/\text{s}$ （文献：舟橋、応用物理学学会講演集(1968-春)31P-G-11)の報告例がある。従来の振動ジャイロよりさらに小型で高性能な振動ジャイロを安価に製作するためには、新しい構成や加工組立方法が必要不可欠である。

本発明は加工組立技術としてリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて、一つの基板に振動梁等を構成することによつて、振動ジャイロの小型化と高性能化を達成しさらにこれを安価に提供することを可能とした。

以下、本発明を実施例を用いて詳細に説明する。

第2図は本発明の一実施例を示す図である。振動梁11とそれを支える支持部12を同一基板013、22の上に形成し、補強部材であるガラス14に対して境界15において接着固定されている。振動梁11の四つの側面は各々独立に金属

(5)

箔の時 $C = 1.5\pi$ となる(π は円周率)。従つて、支持方法が自由端・自由端となるような柔軟な支持構造を用いる時係数Cは最大である。また、係数Qは共振状態の時最大となるため、 δ_y を大きくするためには共振状態になるように棒状部材を励振することが望ましい。

x、y方向に対して共振状態を得るために棒状部材は通常 $b = h$ の正方形断面とする。この時、前記の式は

$$\delta_y = CQ \sqrt{\frac{\rho}{E}} \cdot \frac{\omega^2}{b} \delta_z \cdot \omega$$

となる。 δ_y を棒状部材の実用上の曲げによる限界値とした場合、 δ_y の限界も δ_z と同量となる。従つて角速度 ω を δ_y に変換する検出感度を高めるためには $CQ \sqrt{\frac{\rho}{E}} \cdot \frac{\omega^2}{b}$ の値を大きくする必要が

ある。 ρ/E は材質を選ぶことにより増加できる。振動ジャイロの小型化のためには ω 、bを小さくしなければならない。一方検出感度を向上させるには ω^2/b の値は大きく保つ必要がある。小型化のため ω を小さくした場合に検出感度を低下さ

(4)

が顕著されている。振動梁11を静電力で励振あるいは制御させ、また静電的に変位を検出するための駆動および検出用電極部16、17が振動梁11と所定の間隙を保つて固定されている。なお、この所定の間隙は各々対面した電極間の静電容量を測定することにより容易に調整可能である。

駆動および検出用電極部16、17は半導体製造技術を用いて、駆動用、検出用、制御用のための各制御回路20が集積化されている。また基板部分の21には温度補償用の回路や加速度検出器等を集積化してある。本発明の振動梁の寸法例は $\omega = 7.6 \text{ m}$ 、 $b = 10 \mu\text{m}$ で従来の振動ジャイロに比べて小型化しており、さらに検出感度は $0.01^\circ/\text{s}$ と高性能化している。さらに既述したように同一基板上に振動梁等を構成しているため外乱の影響を受けにくく、また加工組立も容易となり安価な振動ジャイロが得られた。

次に第3図は、同一基板上に振動梁等をリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて製作する工程(1)~(11)を示した。Si基板31に感光剤で

(6)

あるレジスト32を塗布し、工程(3)の行
示すような振動梁や支持部等の描かれたフォトマ
スク33を介して露光する(34)。ここで振動
梁の幅を b とすると、支持部のパターン幅は b より
小さい寸法値としてある(本実施例では、 $b =$
 $10\mu\text{m}$ 、支持部幅は $5\mu\text{m}$ である)。感光剤と
してポジ型レジストA21350Jを用いた。現像
(工程(4))後、残ったレジストパターンをマス
ク材としてプラズマエッチング(工程(5))を行
ないレジストを除去する(工程(6))とSi基板上
に振動梁等のパターンが形成される。なおSi基
板のエッチング深さは h として、深さの制御はエ
ッチング時間で行なう。次にSi基板の裏面にレ
ジストを塗布し(工程(7))、工程(8)の右図に示
すようなフォトマスク33'を用いて露光(34')
を行なう。このフォトマスクのパターンは工程
(3)で用いたフォトマスクのパターンのうち振動
梁と支持部のパターンを除いた形となっている。
現像(工程(9))後、プラズマエッチング(工程
(10))を行ないレジストを除去する(工程(11))

(7)

るため、基板aをガラスbに接着後、補強部64
を除去して振動梁61の四つの側面に電極を形成
する作業が容易になる。なお本説明で明らかなよ
うに、基板aには補強部64があるため、小型で
高性能な振動ジャイロに必要な $10\mu\text{m}$ 程度と極
めて細い振動梁61や支持部62に過度な応力を
加えずにかつ容易に組立を行なうことが可能とな
った。

なお本発明では基板としてSiを用いたが他の
材質のものを用いることも容易に考えられる。ま
た本発明ではレジストパターンをマスクとして用
いて基板をエッチングして振動梁等を製作したが、
レジストや樹脂等のパターンを用いて電気メッキ
法等で金属等を成長させて一つの基板上に振動梁
等を形成する方法も応用例として容易に考えられ
る。

また振動梁の構造は、本発明の場合、両端支持
方式のものとなっているが、一端を自由とした片
持梁式の構造のものも可能である。

振動梁の駆動および検出等の方法としては、従

(9)

と所望の振動変位の形成され図が得られる。
なおこのエッチングの深さは基板の厚さを h とす
ると(1-b)だけ行なう。エッチング深さはエ
ッチング時間により制御する。

第4図は上述の工程を経て製作した振動ジャイ
ロの基板の概略図で、(a)は平面図、(b)は
AA断面図である。振動梁61の支点間距離は
 7.6mm 、断面は $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ 、支持部
62の断面は $5\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ であり、基板63、
64の厚さは $400\mu\text{m}$ である。なお基板のうち
63はガラスへの接着固定部、64は極めて細い
振動梁に不変な応力を加えずに接着固定作業が容
易に行なえるようにする目的で設けた補強部であ
る。

第5図は振動梁を形成した基板aを補強用のガ
ラスbへ接着する工程の概要を示す図である。各
部の番号は第2図または第4図と共通である。基
板aとガラスbは境界15を接触させてアノーデ
イクボンディングされる。またガラスにはあらか
じめ段差部23と貫通した溝19が設けられてい

(8)

来から用いられているような電極材を用いて行な
うことも可能である。

また振動梁等の諸寸法を本発明以外の値とする
ことも可能である。

第6図に本発明の応用例として二軸の角速度検
出と加速度検出を可能とする振動ジャイロの概略
図を示した。第2図に示した構造と同様の振動梁
41、42および加速度検出部43、44とこれ
らの制御回路等47、48、49が一つの基板上
に形成されている。加速度検出部はxy平面内
において柔軟でかつ先端に重りを有した梁構造を成
している。

以上述べた本発明の例では、振動梁の変位 δ
を検出して角速度 ω に換算しているが、y方向の
変位 δ を常に零とするようにy方向に制動力を
加えて、それに必要な電圧等から角速度を換算す
ることも可能である。

(発明の効果)

本発明によれば、同一基板上に長さ $l = 7.6\text{mm}$
断面形状 $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ のような振動梁を有

(10)

用電極部、20…制御回路。

代理人 井理士 高橋明夫

する振動ジャイロを容易に製作できるようになった。大きさを左右する長さは従来の約 $1/4$ と小型化し、検出感度は $0.01^\circ/\text{s}$ と従来の約5倍に高性能化した。同一基板上に補強部64を設けた構造の振動梁等で振動ジャイロを構成した結果、製造コストが従来より低減可能となった。すなわち従来のものより $1/4$ 以下に小型化し約5倍以上に高性能化した振動ジャイロの製作が極めて容易となったため安価で高性能な振動ジャイロの提供が可能となった。

図面の簡単な説明

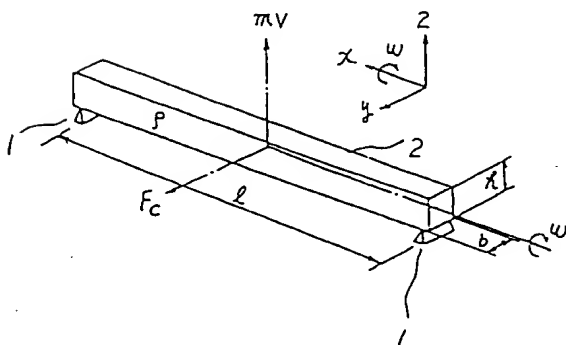
第1図は振動型ジャイロの原理図、第2図は本発明の一実施例の鳥瞰図、第3図は本発明の実施例の振動梁等の製造工程を示す図、第4図(a)、(b)はそれぞれ本発明で述べた振動梁を有する基板の正面図と側面図、第5図は振動梁を形成した基板と補強部材とを示す図、および第6図は本発明の応用例の鳥瞰図である。

11…振動梁、12…支持部、13、22…基板、14…ガラス、16…駆動用電極部、17…検出

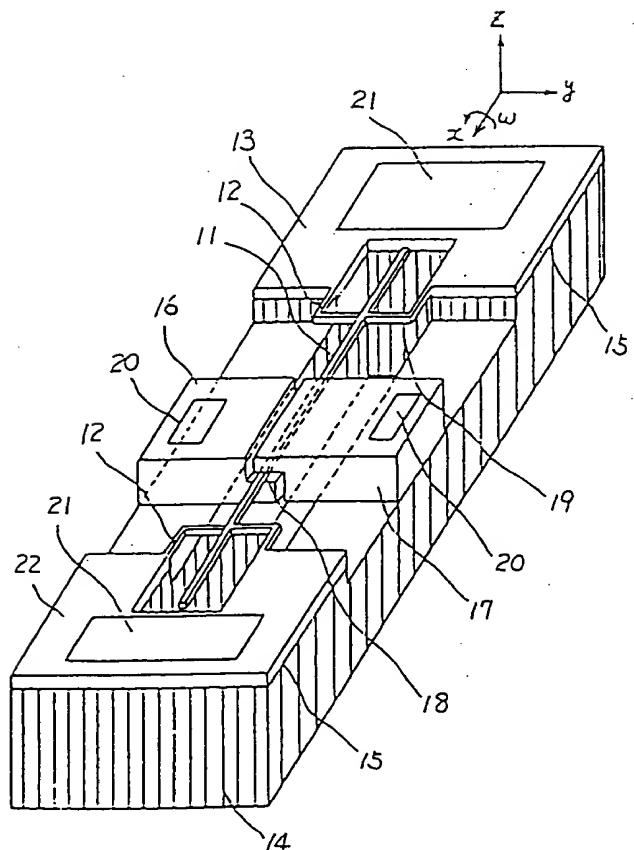
(11)

(12)

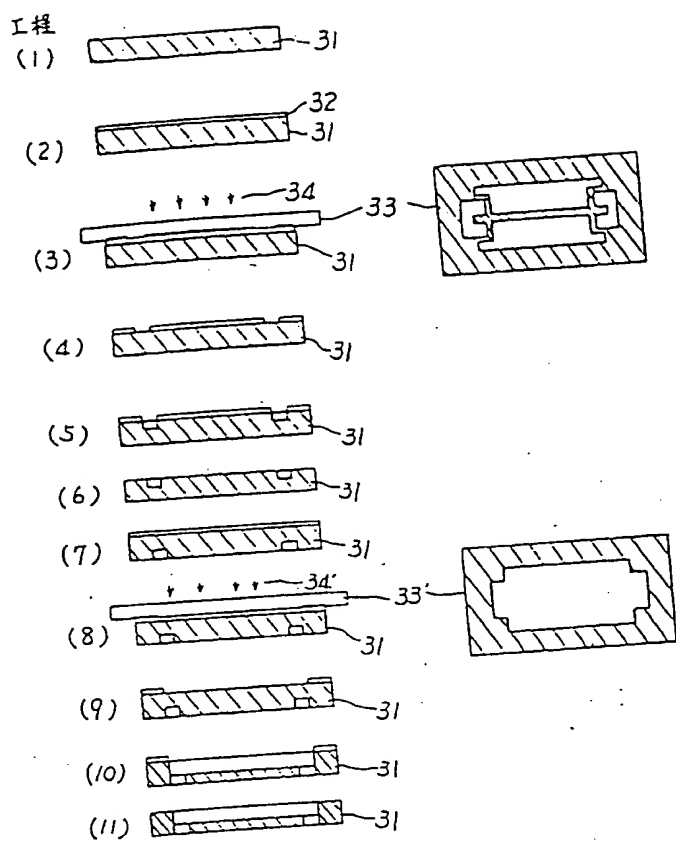
第 1 図



第 2 図

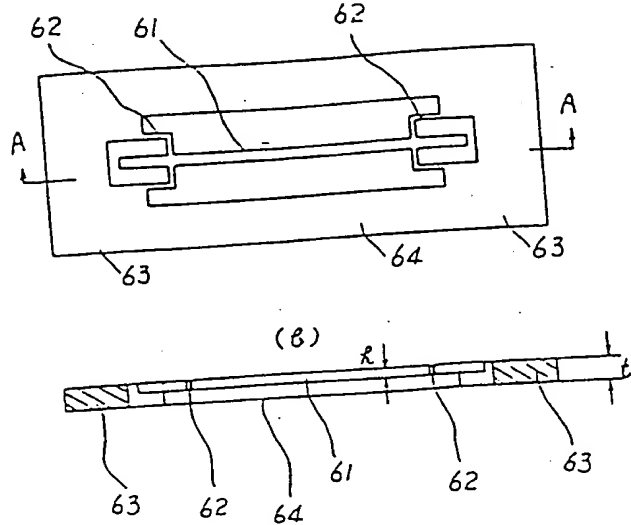


第 3 图

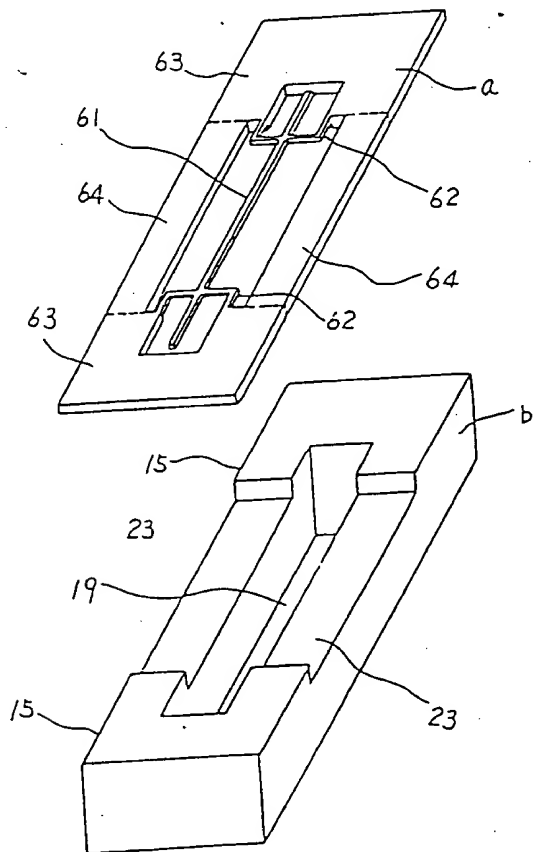


第 4 图

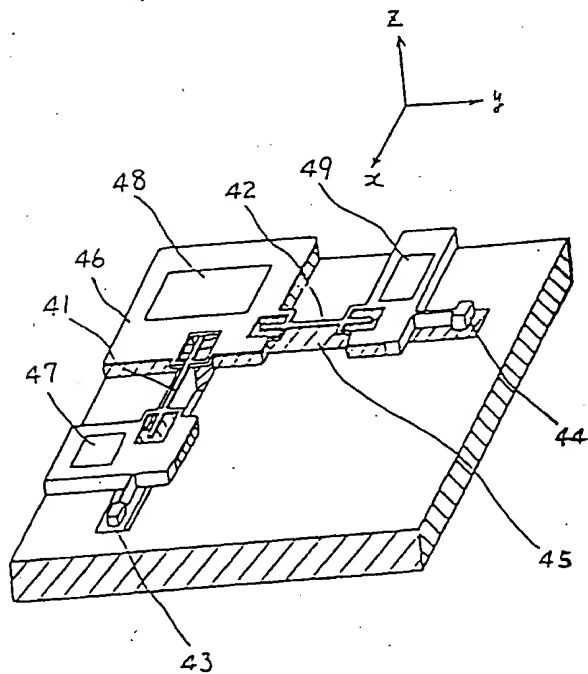
(a)



第 5 图



第 6 图



第1頁の続き

④発 明 者 高 梨 明 址 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中
央研究所内

手 続 補 正 審 (方式)

昭和60年3月15日

特 許 庁 長 官 殿

事 件 の 表 示

昭 和 5 9 年 特 許 願 第 2 3 4 9 2 9 号

発 明 の 名 称 振 動 ジ ャ イ ロ

補 正 を す る 者

事 件 と の 関 係 特 許 出 願 人

名 称 (510) 株式会社 日 立 製 作 所

代 理 人

居 所 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社 日 立 製 作 所 内

電 話 東京 212-1111(大代表)

氏 名 (6189) 弁 理 士 高 橋 明 夫

補 正 の 内 容

明細書第1頁第15行目から第18行目までの
記載を下記のとおり訂正する。

記

「従来の振動型ジャイロとしては、文献「バイ
ブレティング アンギュラー レイト センサー メ
イスレトンザ ジャイロスコープ (Vibrating
angular rate sensor may threaten the
gyroscope)」、ウィリアム・ディー・ゲイト
(William D. Gate) 著、エレクトロニクス
1968年6月10日 (Electronics June 10,
1968), p.130~134(第130~134
頁)」に示されるように、金属製角棒に」

以 上

補正命令の日付 昭和60年2月26日

補 正 の 対 象 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

方 式
審 査

